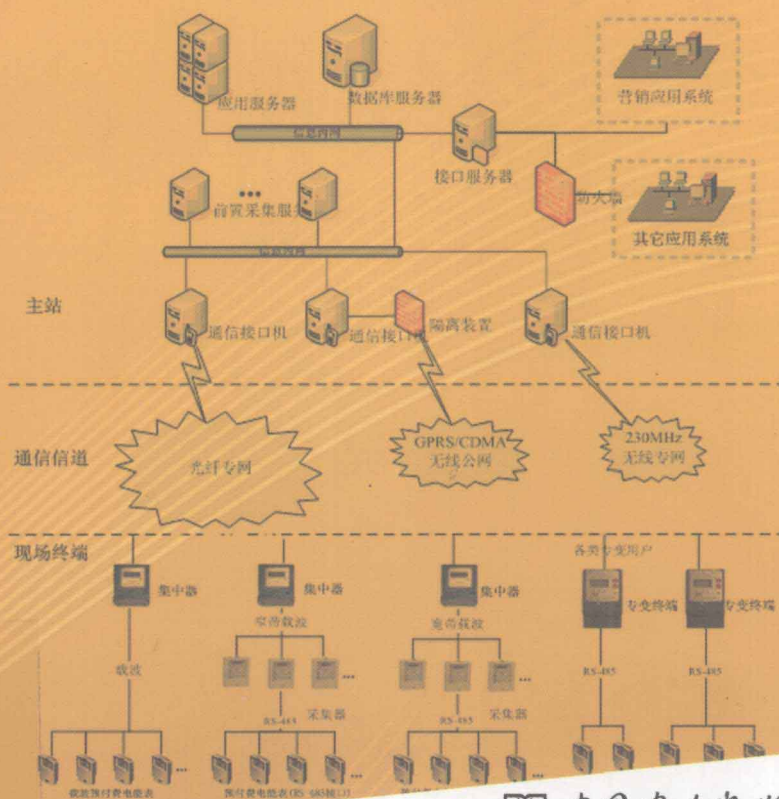


YONGDIAN XINXI
CAIJIXITONG YINGYONG JISHU

用电信息 采集系统应用技术

陕西省电力公司 陕西电力职工培训中心 编著



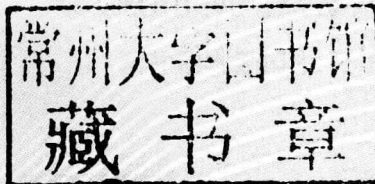
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



YONGDIAN XINXI
CAIJIXITONG YINGYONG JISHU

采集系统应用技术

陕西省电力公司 陕西电力职工培训中心 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了用电信息采集系统。全书共分六章，第一、二章对用电信息采集系统的基本概念、构成及基本功能进行了详细的介绍。第三章介绍系统的规划与建设。第四章介绍系统的运行维护。第五章介绍采集系统中数据的应用，包括数据在营销、生产等业务中的应用。第六章介绍系统典型应用，并对国内已经建成的几个系统及其运行环节中存在的一些问题进行了分析。

本书可供从事用电信息采集系统规划与建设的技术人员阅读、使用。

图书在版编目（CIP）数据

用电信息采集系统应用技术 / 陕西省电力公司，陕西电力
职工培训中心编著. —北京：中国电力出版社，2011.12

ISBN 978-7-5123-2493-0

I. ①用… II. ①陕… ②陕… III. ①用电管理—管理信
息系统 IV. ①TM92-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 263830 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 12.25 印张 199 千字

印数 0001—7000 册 定价 50.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

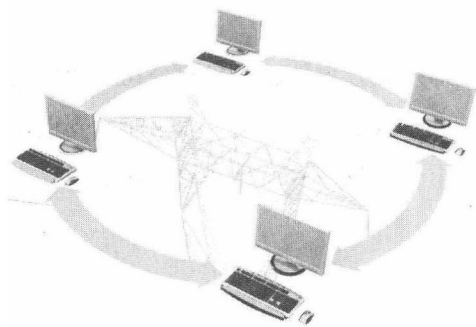
编 委 会

主 任	裴 非			
副 主 任	马晓民	于晓牧	吉飞熊	朱光辉
编 委	陈 琦	焦聪毅	方 义	李 昕
	刘元津	武展会		

编 写 人 员

主 编	刘相成			
副 主 编	钱晓蓉	郭青林		
参编人员	王 娟	王彦玲	曹建凯	杨晓西
	李代勇	徐文胜	王晓宏	赵 峰
	王艳玮	王 博	吕新良	李立鹏
	权义军	刘元津	白 杰	徐建范
	黄辉荣	王 宇	王小维	刘平震
	吴 洁			

前言



电力系统在优化配置各类能源以及在全社会范围实现能源节约的作用日益突出，任务十分艰巨，这是建设智能电网的目的之一。在用电环节实现智能化，最基础的工作就是建设用电信息采集系统。现在，科学技术的发展为大规模建设用电信息采集系统提供了可能。

为了适应用电信息采集系统发展要求，我们精心组织电力系统产、学、研等方面的专家，编写了这本《用电信息采集系统应用技术》，全面系统地对用电信息采集系统进行了介绍。全书共分六章，第一、二章对用电信息采集系统的基本概念及构成进行了详细的介绍；第三章介绍了系统规划与建设中应注意的问题，并提出“一个规划合理、质量合格的系统是确保日后能否有效发挥系统效能的关键”的观点；第四章介绍了对系统运行维护方面的技术应用，对读者在系统的日常使用及常见问题的判断、处理上有所帮助；第五章介绍了采集系统中数据的应用，这是整个系统的高级应用部分，是建设系统的目的与归宿所在，详细介绍了数据在营销、生产等业务中的应用，完整的用电信息是电力行业和政府部门进行多种决策的重要支撑，许多研究单位已经开始了对于用电信息数据进行深入挖掘的研究；第六章介绍了系统的典型应用，并对国内已经建成的几个系统及其运行环节中存在的一些问题进行了介绍。

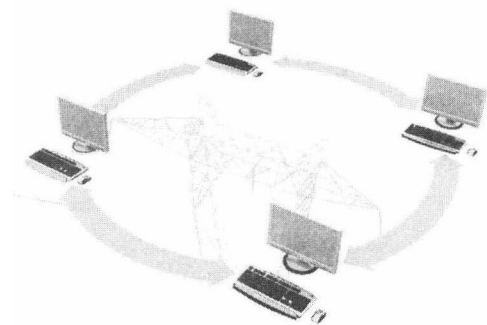
本书的编写得到了陕西电力科学研究院、渭南供电局的大力帮助与支持，山东积成电子股份有限公司、福建亿榕信息技术有限公司、漳州科能电器有限公司、

郑州大方软件股份有限公司、西安创富电子科技有限公司给予了积极协助，在此表示衷心感谢。由于编写时间仓促，本书难免会存在不妥之处，望广大读者多提宝贵意见，我们将在修订时加以完善，谢谢！

编 者

2011 年 11 月

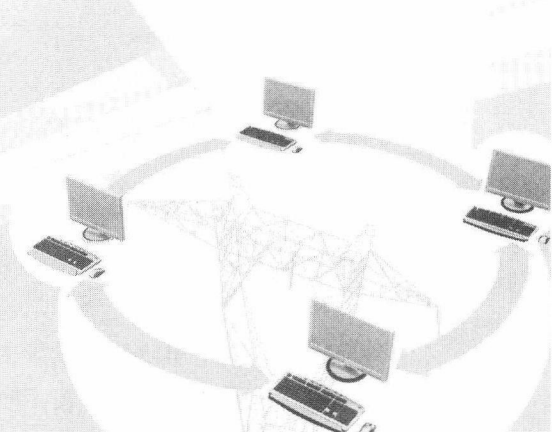
目 录



前言

第一章 基础知识	1
1.1 概述	1
1.2 用电信息采集方式的发展历程	4
1.3 用电信息采集系统在国内外的应用	7
1.4 我国用电信息采集系统的建设现状	11
1.5 用电信息采集系统需求分析	16
1.6 用电信息采集系统在智能电网中的地位	22
第二章 系统构成及基本功能	24
2.1 系统的构成	24
2.2 系统的基本功能	46
第三章 系统的规划与建设	56
3.1 系统的建设原则和依据	56
3.2 系统的规划设计原则	63
3.3 系统的安装调试	109
3.4 系统稳定投运的关键工作	116
3.5 系统的验收	117
第四章 系统的运行维护	122
4.1 系统管理	122
4.2 数据采集	124

4.3	数据管理及应用	127
4.4	系统维护、故障判断与处理	129
第五章	数据应用	135
5.1	数据准备	135
5.2	营销业务应用	138
5.3	生产业务中的应用	154
5.4	综合管理及服务方面的应用	157
第六章	典型应用	163
6.1	应用案例	163
6.2	用电信息集中抄表系统建设及运行中存在的问题	170
6.3	用电信息集中抄表系统技术环节中存在的问题	172
6.4	用电信息集中抄表系统管理环节存在的问题	174
附录		181
附录 1	术语和定义	181
附录 2	集抄及营配自动化主站运行管理制度	182
附录 3	集抄客户停、送电管理制度	183
附录 4	集抄及营配自动化系统分级授权管理制度	183
附录 5	集抄及营配自动化系统集抄员管理制度	184
附录 6	集抄及营配自动化系统运行记录管理制度	185
附录 7	集抄客户新装、故障、轮换、变更管理制度	185
参考文献		186



第一章

基础知识

1.1 概 述

电力用户用电信息采集系统（power user electric energy data acquire system）是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统，可实现用电信息的自动采集、计量异常监测、电能质量监测、用电分析和管理、相关信息发布、分布式能源监控、智能用电设备的信息交互等功能。采集的覆盖范围为各供电局直供直管的大型专用变压器用户、中小型专用变压器用户、三相普通工商业用户、单相普通工商业用户和居民用户等五类电力用户和公用配电变压器考核计量点。

全面建设电力用户用电信息采集系统，实现电力用户用电信息自动采集，符合电网技术发展的方向，是建设智能电网的重要组成部分；符合社会发展的要求，符合国家电网公司发展方式转变的需要，是国家电网公司“SG186”信息系统工程建设和营销计量、抄表、收费标准化建设的重要基础；是提升服务能力、实行居民阶梯电价的必然选择；是建设国际一流企业的重要保证，将有力支撑国家电网公司决策更加科学，推动国家电网公司发展实现巨大跨越。

自 18 世纪中叶电和电流被发现以后，电对人类及人类的生活、生产的影响便无处不在。伴随着电真正进入人类社会生产，电的产生和应用极大地改变了人们的生活方式，加速了世界工业的现代化进程，同时也带来了电能计量和用电信息采集的问题。

电能是一种商品，像其他商品一样需要公平地进行买卖，但它又是一种特殊的商品，它是在用户用电的同时进行计量的，错过了用电瞬间就不可能补计先前的用电量。尤其是从计划经济进入商品经济社会以后，人们清楚地认识到电能是

一种重要的商品。电能公平的买卖、电力经营和生产管理上的需求，须依靠电能表及其计量装置来准确计量，一定要以正确的数据来结算，因此电能计量及电力用户用电信息采集工作是一项非常重要的工作。

传统的电力用户用电信息采集工作，是点对点人工登门抄表，人工核算，人工计费。也就是通常所说的抄表（抄表是对用于客户电量统计的电能表信息的采集）、核算。随着国民经济发展，工业、农业、商业及居民生活用电的日益增长，促使电力工业生产不断增加发、供电量来满足发展的需求，电力公司对用户电力负荷预测及控制，电力生产的合理经营和科学、精细化管理等工作都需要更加及时、准确、丰富的数据和信息。传统的抄表方式劳动强度大，不能确保及时将数据抄回，漏抄、误抄率高，且容易掺杂人为因素，手续繁琐，统计工作量大，无法做到同一时间或零点抄表而不能准确反映实际线损，不能满足现代用电管理对电力用户用电信息采集工作的要求。

随着电子技术、通信技术及电能表的发展，电力用户用电信息采集系统应运而生。它是基于电能信息采集领域最新技术规范，结合营销业务、智能电网、线损管理的要求推出的新一代电能信息采集整体解决方案。该方案实现了面向所有电力用户、电厂上下网关口、变电站联络线关口的电能信息一体化采集与监测，构建了购、供、售一体化电能信息中心，并与营销业务系统各业务模块紧密集成，为电力生产管理、营销业务应用以及智能电网建设提供了双向互动的基础技术。其系统结构如图 1-1（a）所示。

电力用户用电信息采集系统旨在自动采集所有电力用户的用电信息，包括专线用户、各类大中小型专用变压器（简称专变）用户、各类 380/220V 供电的工商业用户和居民用户、公用配电变压器（简称配变）考核计量点等。该系统的采集范围涵盖了现有的负荷管理系统、配变监测系统和集中抄表系统等。有些采集系统还将各类上下网关口和变电站的计量点纳入采集范围。

电力用户用电信息采集系统实现了面向所有电力用户、电厂上下网关口、变电站联络线关口的电能信息一体化采集与监测，构建了购、供、售一体化电能信息平台，并与电网公司其他业务系统紧密集成，为电力生产管理、营销业务应用以及智能电网建设提供了双向互动的基础数据平台。它取代了劳动密集型的人工抄表方法，使错抄、漏抄、估抄现象减到几乎为零，提高了抄表的准确度与效率及用电管理水平，实现了电能信息采集的“全覆盖、全

采集”。

国家电网公司已投入巨资建设用电信息采集系统，并在未来 3~5 年内全面建成。系统的建成将会改变原有的抄表模式，实现抄表及电费结算的智能化，提高电网营销管理水平；加速公司管理现代化，实现安全可靠供电；履行电网企业的社会责任，指导社会科学合理用电，唤起全社会的节能意识，为全面实行阶梯电价提供有力的技术支持。

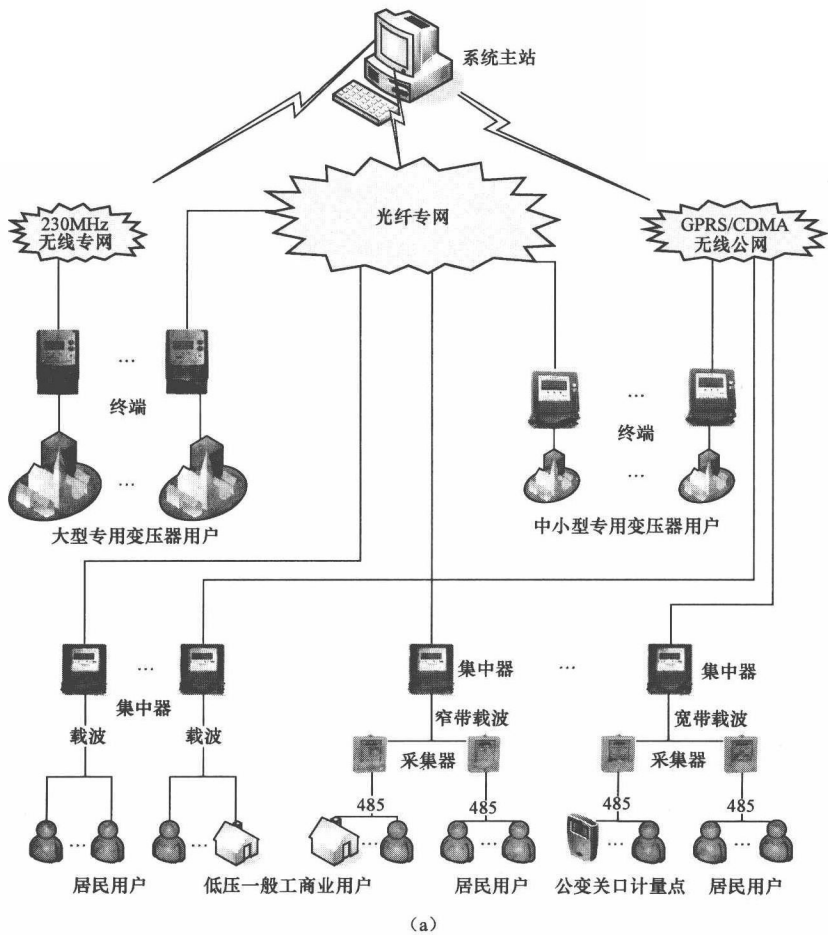


图 1-1 用电信息采集系统构成（一）

（a）结构图

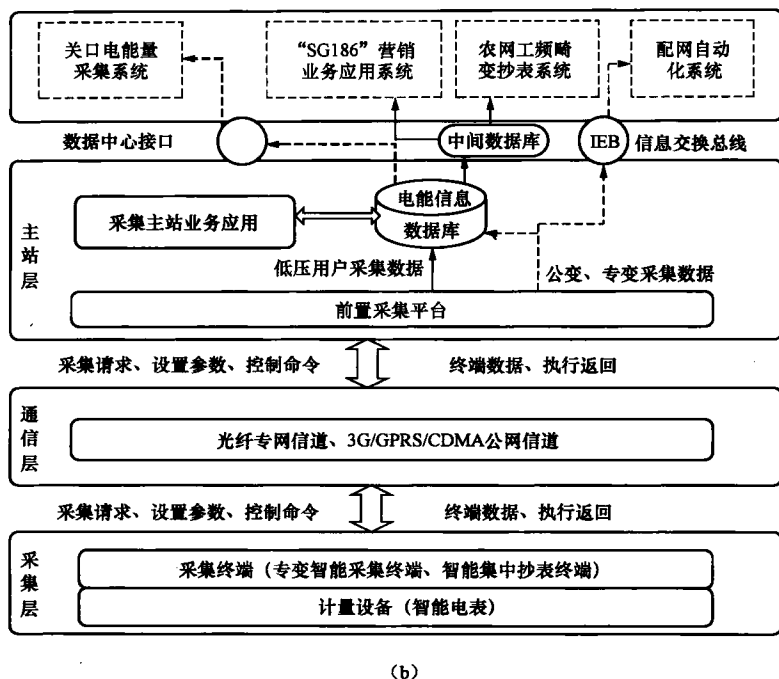


图 1-1 用电信息采集系统构成 (二)

(b) 逻辑架构图

用电信息采集系统涉及电力、计量、通信、计算机等相关技术，覆盖供电、电能表生产、通信设备生产等相关产业。系统的建设一方面势必会拉动内需，促进相关产业的发展，为国家经济的发展提供新的增长点，为国民经济健康发展提供支持；另一方面会对相关技术特别是采集通信技术提出新的功能需求，会促进相关单位加大对新技术研究的资金和人力资源投入，推动国家相关技术的创新。

1.2 用电信息采集方式的发展历程

电力用户用电信息的采集，经历了传统人工手抄、半自动化、自动化等三个阶段。随着电子技术、通信技术及智能电能表的发展，电力用户用电信息自动采集正在逐步替代人工手抄，以适应经济的发展、电力市场的变化和智能电网建设的要求。

1.2.1 传统人工手抄采集

自 19 世纪末感应式电能表诞生后, 电力用户用电信息的采集就一直是抄表人员上门挨家挨户抄写记录电能表显示的数据。通常是抄表员事先拟好抄表路线, 手持一个纸质抄表卡片本, 手工记录电能表示数。此环节称为抄表环节。有些电能表安装在高处, 抄表员需要登杆抄表; 有些电能表安装在用户户(院)内, 只有在用户家中有人的情况下才能抄表。

抄表完成后, 需要回到工作单位将纸质抄表卡片本上记录的每户数据手工输入到电费计算系统中进行电费的计算。此环节称为录入环节。

上述两个环节的手工操作极易出错, 且工作强度大, 效率低。另外, 由于一个台区抄表时间不统一, 所以也无法准确计算线损率。

1.2.2 半自动化采集

20 世纪 80 年代抄表机在欧洲诞生, 电力用户用电信息采集进入半自动化采集阶段。这种采集方式是抄表人员手持便携式抄表机挨家挨户到各客户装表处, 人工键入或经连接至电能表的光耦合器来采集电能表数据。抄表器分红外线抄表器、按键式抄表机和掌上电脑抄表器三种类型。

抄表机实际上是一台功能强大的掌上数据采集器, 外形类似手机。抄表机以 CPU 为控制核心, 带有键盘、显示屏、大容量存储器及与电脑连接的通信接口。

据现场统计, 在抄表环节, 抄表机抄表与人工手抄效率相差不大。但在录入环节, 抄表机效率极高, 仅需十几秒钟便能将若干台区的数据自动录入电费计算系统, 并且避免了二次录入带来的差错。

抄表机的信息容量大, 可以存储用户的详细资料, 包括倍率、用电性质、地址、表号、异常情况。这样既降低了抄表员的工作强度, 又显著提高了抄表员的工作效率。

抄表机还能实现许多纸卡抄表无法实现的功能。例如, 抄表机可随时查询统计抄表员已抄户的数量, 未抄户的数量, 并同时未抄户的情况显示在屏幕上, 使抄表员能随时掌握自己的工作进度, 随时了解未抄户的信息。

在抄表员将数据录入到抄表机时, 抄表机会自动对数据的合理性进行判别。如发现该数据有异常情况, 抄表机会立即向抄表员提示报警, 以便抄表员及时查找原因并处理。

抄表机不仅在欧洲普遍使用, 在其他一些经济比较发达的国家也广为使用,

如美国、日本、加拿大及亚洲东南亚的一些国家。中国香港地区也在 20 世纪 90 年代初大量使用了抄表机。在国内，最早开始使用抄表机是在 20 世纪 90 年代初期，主要使用的是国外的抄表机。在此后的七八年中，由于抄表机抄表与纸卡抄表相比具有显著的优势，因此在国内得到迅速推广。至 20 世纪末，全国已有 30% 以上的县市全部或部分使用了抄表机，其中一些经济发达地区的抄表机使用率几乎达到了 100%。

尽管有如此多的优点，但抄表机抄表仍属于人工抄表，仍存在一些人工抄表的弊端，如存在人情电、关系电和人为因素造成的用电管理方面的误差及漏洞，不可能做到对所有电能用户抄收同一时刻的电能表读数和总电能表的计数，无法准确计算电网的线损和表损，也很难进行负荷控制，对个别用户的窃电行为难以及时发现并加以有效控制等。

1.2.3 自动化采集

随着计算机技术、超大规模集成电路（VLSI）和通信技术的飞速发展，自动抄表方式应运而生。这种用电信息采集方式是抄表人员在远离客户表计的办公地点处采集电能表数据，电能表与抄表人员办公地点之间的通信，可以采用光纤、电话、无线电、手机或电力线载波等手段实现。

自动抄表技术（Automatic Meter Redading, AMR），是将数据的自动采集和传输与计算机强大的数据处理功能结合在一起的一项新技术；是一种基于计算机、通信技术的数据采集、传输、处理系统；是抄表方式的技术进步。自动抄表系统也称为远程抄表系统，主要是指对公共事业计费用仪表（如电能表、水表、煤气表、热表等）数据的自动读取。它通过模仿人工读表、记录、核算、形成账单式的收费流程，为计量和结算服务。

AMR 有多种分类方法：根据被测量的物理意义或者测量表计的种类，可分为电能表自动抄表系统、水表自动抄表系统、煤气表自动抄表系统等；根据通信信道的不同，可分为电话（PSTN）抄表系统、GPRS 抄表系统、无线抄表系统、低压电力载波抄表系统等。电力远程自动抄表就是将自动抄表技术应用于供电营业的抄表工作中，变传统的人工抄表为计算机自动抄表，简称为集抄，又称集中抄表。

集抄系统实现了对电能表数据的自动采集，替代了人工抄表，是对传统抄、核、收工作的一次变革。集抄系统从根本上杜绝了人情电、关系电的发生和人为因素造成的用电管理方面的误差及漏洞，提高了工作效率，降低了线路损耗，为

安全生产运行工作提供了有力的数据支撑。主要表现在以下方面:

(1) 集抄系统投入使用后,可以随时获得用户的各种运行数据,从而对台区甚至整个线路,以及变电设备进行实时监控,对出现的故障及时进行维修,从而可以减少不必要的电量损失(包括线损或其他损失)。使用自动抄表系统后,可以减少线损 10%以上。

(2) 集抄系统的实施,可以实现真正意义上的“零点同步抄表”(指台区配电变压器计量总表与本台区内所有低压客户计费表定时同步抄表,消除了抄表时差导致的线损计算误差)。系统能更真实地反映电力系统的线损,及时反映线路及表计的故障,有效地预警和防范了窃电、不规范用电等不良行为的发生,减少了电能损耗,从而提高了供电质量和效益。

(3) 集抄系统具有客户用电异常警示功能,对于客户停电或发生异常事件能迅速作出反应,线路维护人员可以在最短的时间内到达现场进行处理,提高了事故预防和故障处理的主动性,大大缩短了事故停电时间,在最大限度内为供电企业挽回因停电所造成的损失,也给用电客户带来了极大的方便。

(4) 集抄系统的实施使得电力公司的思维观念产生了改变,并提高了企业管理的内在素质,从而对企业的生产、管理、经营产生了良好的影响。

(5) 通过集抄系统的三相负荷平衡分析,管理人员可以很直观地查阅到各台区三相负荷分布情况,监测用电负荷变化,就可以做到有的放矢进行负荷控制,避免由于盲目发展负荷、单相负荷过重所造成的线路损耗。也就是说,集抄系统为用电负荷管理提供了科学依据。

(6) 集抄系统可使公司领导及时了解全公司的生产经营状况,并借助专家辅助决策信息,有效地把握全公司发展方向,指导全公司工作。

(7) 集抄系统的应用,使供用电信息更加畅通,方便用户随时随地查询用电情况;供电企业也可随时了解用户用电需求,掌控用电情况,实现用户与供电企业之间的互动。

1.3 用电信息采集系统在国内外的应用

1.3.1 在国外的应用

20 世纪 80 年代计算机技术、超大规模集成电路(VLSI)和通信技术的飞速

发展,使得集中抄表系统在向着智能化、低功耗、低成本和通信的标准化设计中迈出了坚实的一步,达到了可以大规模推广的实用性阶段。在此之前,对集中抄表系统的投资和获益的权衡始终使电力公司感到困惑。现在则由于新技术的采用,装置的可靠性大大提高,而成本却明显降低,从而使天平向有利于集中抄表系统用户的方向倾斜。进入 80 年代中期,许多大规模的集中抄表系统在美国、加拿大等一些发达国家中出现,并有继续扩大之势。比较著名的集中抄表系统技术设备公司有 Itron、Metscan、BnCan、Metretek、Badger Meter、American Meter、Data Beam、Hexagram 等。并且在这些国家基本上已实现了抄表自动化、银行联网付费的功能。这些系统内部的信号采集多利用专用接口,如 LonWorks、CAN、RS485、M-Bus 等数据采集线路。但布线系统一般都存在成本高、安装施工繁杂的困扰。也有的地区使用无线抄表功能。

在美国,用于家庭自动化和娱乐的技术推广,已选择了(EIA)的 CEBUS 标准。CEBUS 定义了控制通信协议及 7 种通信媒体。IEEE 的自动抄表协会(ARMA) SCC31(是研究各种通信方法的委员会)也将 CEBUS 中的电力线载波技术作为一种可选方案。EIA 已要求 ARMA 在配电自动化及仪表自动化中保持与 CEBUS 文本定义一致。委员会自身也在推广 CEBUS 及 Radio / PLC 混合系统。另外,作为工业现场应用的 LonWorks 总线已被作为美国空调暖通工程师协会(ADHRAE)的标准。LonWorks 总线也包括 PLC 在内的多种媒体通信,利用 LonWorks 总线技术也可实现电力线载波自动抄表通信。

在日本,多家家用电器公司也组成了类似组织,称作 Echo NetWork Consortium,并开发了(OpenPLANET universal standard) OPUS 标准,用于实现家用电器网与万维网(WAN)之间的连接,从而解决了房间外部与内部电器之间的通信。利用该种方式也可解决家用电器控制和自动抄表问题。

在意大利,已经开始全面地实施远程抄表系统,Enel 电力公司已经开始为意大利 3000 万用户安装这套系统。

在欧洲,CENELEC 通过(home and building electronic system, HBES)家庭与楼宇电器系统委员会 TCI05 和(mains communication system)主干(电)网通信系统委员会 S/C105A 建立了若干标准起草工作组。研究 PLC 系统通信协议标准、数据规范和系统接口,以及用于装置与主干(电)网连接的滤波器和设备阻抗。虽然 PLC 具有很大的吸引力,然而,用于保证进户系统兼容性和抗干扰性的电抗及连接协议

接口等通用功能至今还没有统一的设计,这是 PLC 受到关注的重要原因。

多年来,寻求简单可靠的自动抄表方法一直是一个热门话题。特别是美国、欧洲及日本,有很多公司从事这个领域的研究和开发。目前已推出的抄表系统覆盖了很多应用领域,所使用的通信媒体包括红外线、双绞线、无线电、电话线、光纤、电力线、同轴电缆等。抄表系统既可以采用某种单一媒体,也可采用多种媒体结合。目前,最受关注的还是电力线 PLC 载波抄表系统。由于 PLC 线路分布无所不至,系统可以连接发电厂乃至各个居民家庭,并且无需重新布线,可以节省大量的人力物力,所以引起广大开发公司的极大兴趣。

在低压载波抄表技术方面,以色列、美国、德国的技术起步较早,其技术是在国外的低压电力网结构下形成的。因为国外的低压用户网是根据其居民分散式居住环境而设计的,一般来说,一个变压器只带一户或几户居民住宅,所以其低压电力网特性非常稳定,干扰小。载波抄表技术仅采用通信技术就可以较好地实现。而国内低压电网的载波通信环境比较恶劣,时变性大,载波通信干扰大。因此基本上发达国家的载波抄表产品不适应中国的低压电网。如 1996 年以色列产品在中国试装,由于抄表率非常低,只得退出中国市场,而东南亚等一些与中国住宅相类似的国家和地区又没有这种技术。我国的低压电力线载波抄表技术是在充分研究了电网本身特性的基础上,综合扩频技术、中继技术、自动路由技术、差错控制技术等技术,经过了上千万计的现场实践发展而来的,能有效解决国内电网存在的高时变性和通信干扰。因此说,目前只有我国自己的低压电力载波抄表技术才能适合中国和东南亚的电力线网。

国外大多数工业发达国家大多建有类似的售电侧电能量采集分析系统,其定位与“调度自动化系统 SCADA”同等重要。市场化运作成功的电网,如加拿大魁北克电网、法国电力、美国宾夕法尼亚电网等,除体制、法规、机制上的保障外,信息技术的应用,特别是由负荷管理系统拓展综合功能发展而来的实时售电侧电能量采集系统,在电力市场运作中功不可没。例如,美国密西西比电力公司南方公司的 User communication net (Ucnet) 是一种实时性要求较强的售电侧电能量采集系统,该系统的主要功能就是远程抄表和需求侧管理,以支持电力零售市场,并构筑电力零售市场卖方和买方,即供电公司同用户信息沟通的桥梁。该系统采用无线信道和电力载波通道,采集对象从大客户一直延伸到居民用户。在低压变压器二次侧设一集中器,该集中器为双 Modem 模式,无线 Modem 用